Münster 1936 No 354 Med DiSS

Aus dem Hygienischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität
zu Münster i. Westf.
(Direktor: Prof. Dr. K. W. Jötten)

# Ueber die Bestimmung kleiner Mengen Kohlenoxyd in der atmosphärischen Luft unter besonderer Berücksichtigung der Jodpentoxydmethode

---

## Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
an der Hohen Medizinischen Fakultät
**der Universität zu Münster i. Westf.**

Vorgelegt von

**Josef Wameling**
aus Emsdetten.

Druck von Gebrüder Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44.

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Münster i. Westf.

Dekan: Prof. Dr. Klinge,
Referent: Prof. Dr. Sartorius
Korreferent: Prof. Dr. Jötten.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Kohlenoxyd ist das verbreitetste aller Giftgase und führt, weil es weder riecht, noch reizende Wirkung auf die Atmungsorgane ausübt, zu häufigen Vergiftungsfällen. Die Giftigkeit des Kohlenoxyds begründet sich darauf, daß das Kohlenoxyd sich mit dem Haemoglobin des Blutes verbindet, wodurch die Sauerstoffaufnahme sehr beeinträchtigt wird. Schon ein minimaler Kohlenoxydgehalt der eingeatmeten Luft ruft äußerst schädliche Wirkungen hervor, weil sich eben das Kohlenoxyd allmählich im Blute anhäuft und aus diesem nicht mehr oder nur äußerst schwer verdrängbar ist; die Kohlenoxyd-Haemoglobinverbindung ist eben eine viel festere Verbindung als die Oxyd-Haemoglobinverbindung. Nach Meinung verschiedener Autoren wirkt Kohlenoxyd überdies noch direkt toxisch auf das Nervensystem, sowie in chronischer Form wahrscheinlich auf bestimmte innersekretorische Drüsen.

Die Bestimmung des Kohlenoxyds interessiert natürlich in erster Linie den Gasanalytiker, aber in nicht geringerem Maße wohl auch den Hygieniker, wenn er in die Lage kommt, Gefährdungen an Arbeitsstellen etc. zu konstatieren und vorbeugende Maßnahmen ins Werk su setzen. Handelt es sich um die Bestimmung von größeren Mengen Kohlenoxyd, wie bei der technischen Gasanalyse, so erfolgt diese mittels der bekannten gastechnischen Methoden.

Eine dieser Methoden beruht auf der Absorption von Kohlenoxyd in Kupferchlorürlösung oder Palladiumchlorürlösung. Bei einer anderen Methode wird das Kohlenoxyd mittels glühenden Platins zu Kohlensäure verbrannt. Das Volumen des gesuchten Kohlenoxydgases bestimmt man an der gewonnenen Kohlensäure. Diese Methoden sind jedoch für die Bestimmung von sehr kleinen Mengen

Kohlenoxyd ungeeignet. Da nach Gruber (1) aber die Grenze der Schädlichkeit von Kohlenoxyd wahrscheinlich bei einer Verdünnung von 0,02 % liegt, ein Prozentgehalt von 0,05 % sicherlich schädlich ist, Kohlenoxyd also schon in dieser geringen Konzentration bei länger dauernder Einwirkung auf den menschlichen Organismus höchst schädlich wirkt, so ist es von eminenter Bedeutung für den Hygieniker, minimale Mengen dieses Gases nachweisen und auf das genaueste bestimmen zu können. Solche geringe Mengen können häufig in schlecht ventilierten Räumen infolge mangelhafter, unvollständiger Verbrennung vorkommen.

Eine der bekanntesten Methoden zum Nachweis von kleinen Mengen von Kohlenoxydgasen in atmosphärischer Luft ist die Bestimmung durch Jodsäureanhydrit (Jodpentoxyd = $J_2O_5$). Das Kohlenoxyd zersetzt nämlich das Jodpentoxyd in der Hitze und wird selbst zu Kohlendioxyd oxydiert; es bildet sich freies Jod und Kohlendioxyd nach der Gleichung:

$$J_2O_5 + 5\,CO = 2\,J + 5\,CO_2$$

Die ursprüngliche Kohlenoxydmenge wird darauf bestimmt entweder aus dem frei gewordenen Jod oder aus der gebildeten $CO_2$-Menge. Ein ccm CO macht 0,00227 g Jod frei; weiter ist klar, daß eine bestimmte $CO_2$-Menge leicht auf CO umzurechnen ist.

Die beiden Franzosen Nicloux (2) und Gautier (3) wandten als erste und zwar unabhängig voneinander zur gleichen Zeit diese Methode in etwas verschiedener Form an. Nach dem Verfahren von Nicloux (2) wird die ausgeschiedene Jodmenge colorimetrisch bestimmt. Das zu untersuchende Gas wird durch 3 U-Röhren geleitet; die ersten 2 Röhren, die das Gemisch von Schwefelwasserstoff, schwefliger Säure, ferner von organischen Substanzen befreien, sind mit Aetzkali und mit Bimsstein, der mit konzentrierter Schwefelsäure getränkt ist, gefüllt. Die 3. Röhre enthält das Jodpentoxyd und wird in einem Anilinbad auf 150° erhitzt. Darauf folgt eine Will'sche Absorptionsröhre, die 10 ccm Natronlauge enthält und zur

Aufnahme des ausgeschiedenen Jods dient. Nach der Durchleitung des zu untersuchenden Gases leitet man solange Frischluft durch die Apparatur, bis sich kein Jod mehr abscheidet. Nach Beendigung des Versuches spült man die Natronlauge, die das ausgeschiedene Jod enthält, in einen 100 ccm fassenden Cylinder, füllt mit $H_2O$ bis auf 50 ccm auf, säuert deutlich mit konzentrierter Schwefelsäure an, fügt 5 ccm Chloroform hinzu, sowie einige Milligramm Natriumnitrit und schüttelt kräftig durch. Das Chloroform, das sich unten im Cylinder absetzt, wird von dem Jod rot gefärbt. Um den Jodgehalt zu bestimmen, stellt man eine Vergleichsflüssigkeit her, indem man den Versuch unter gleichen Bedingungen in einem 2. Glasgefäß wiederholt und solange aus einer Bürette eine Jodkaliumlösung von bekanntem Gehalt (0,1 mg pro ccm der Lösung) zufließen läßt, bis derselbe Farbton vorhanden ist. Das Kohlenoxydvolumen rechnet man nun aus, indem man die Anzahl der verbrauchten Milligramme Jodkalium durch 2,97 teilt und das Volumen Kohlenoxyd in ccm findet. Nach diesem Verfahren habe ich ein Gemisch von Luft und Kohlenoxyd auf CO untersucht und bestimmt.

Bevor ich auf die Darlegung der weiter ausgeführten Versuche des näheren eingehe, möchte ich einiges vorausschicken, was für alle ausgeführten Versuche in Betracht kommt. Die CO-haltige Luft wurde in der Weise hergestellt, daß einem Luftvolumen von ca. 16 Liter (über angesäuertem, destillierten Wasser) kleine Portionen von Kohlenoxydgas zugemischt wurden. Es wurde dann abgewartet, bis sich ein Gleichgewicht des Gasgemisches mit der Abschlußflüssigkeit hergestellt hatte (Schütteln) und nun die Konstanz der CO-Werte bei wiederholten Entnahmen gleicher Gemischvolumen festgestellt.

Da aber die jedesmalige Herstellung einer Flüssigkeit mit demselben Farbton sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, habe ich die Versuchsanordnung nach Nicloux (2) insofern umgeändert, daß ich zunächst Vergleichsflüssigkeiten von bestimmtem Jodgehalt herstellte und dann die gesuchte

damit verglich. Diese Anordnung bewies sich besonders für die Reihenversuche als bedeutend vorteilhafter. Wie aus nachfolgender Tabelle ersichtlich ist, sind die Werte ziemlich ungenau ausgefallen.

Tabelle 1.

| | Bestimmungen gleicher Art | für je 1 l gebrauchte Jodkaliumlösung in ccm | gefundene CO-Menge in ccm |
|---|---|---|---|
| Gasgemisch 1 | a | 3,9 | 1,3 |
| | b | 3,7 | 1,25 |
| | c | 3,6 | 1,2 |
| Gasgemisch 2 | a | 5,5 | 2,2 |
| | b | 5,2 | 2,1 |
| | c | 5,8 | 2,3 |
| Gasgemisch 3 | a | 8,9 | 3,0 |
| | b | 9,2 | 3,1 |
| | c | 8,6 | 2,9 |

Gautier (3), der schon oben erwähnt wurde, schaltete noch eine mit Kalilauge gefüllte Röhre vor, um die zu untersuchende Luft von $CO_2$ zu befreien. Das Jodpentoxyd wurde in einem Schlangenrohr auf 60—70° erhitzt (nach Gautier wird schon bei dieser Temperatur das CO zu $CO_2$ oxydiert). Darauf wurde das Gas durch eine 20 cm lange, mit pulverigem reinen Kupfer gefüllte Röhre geleitet, welche die Joddämpfe absorbierte. Schließlich wurde die $CO_2$-Menge in einer 80 cm langen Röhre, die mit kohlensäurefreier KOH getränkte Glasperlen enthielt, aufgenommen. Diese absorbierte $CO_2$-Menge kann nun durch Schwefelsäure wieder ausgetrieben und volumetrisch bestimmt werden. Wenn man andererseits die Gewichtszunahme der Kupferröhre infolge des zurückgehaltenen Jods mit 0,441 multipliziert, so erhält man die CO-Menge in ccm.

Das Verfahren von Nicloux (2) benutzten Lévy und Pécoul (4) in etwas abgeänderter Form. Hier wird das Jod direkt in Chloroform, das durch eine kleine Schicht von destilliertem Wasser gegen Verdunsten geschützt ist, aufgefangen. Verfasser stellten fest, daß noch in einem

Gemisch von 1 Volum CO und 10000 Vol. Luft das CO nachzuweisen ist; das Chloroform färbte sich deutlich rot. Auch Fillunger (5) wandte die $J_2O_5$-Methode an. Das ausgeschiedene Jod wurde bei ihm durch Silber (Tressensilber) zurückgehalten. Darauf wurde die gebildete $CO_2$-Menge in Barytlösung aufgefangen und titrimetrisch bestimmt. Von Kinicut und Sandford wurde das freigewordene Jod in Jodkaliumlösung aufgefangen und titrimetrisch mit 1/1000 Normalnatriumthiosulfatlösung bestimmt.

Auf diesem Verfahren von Kinicut und Sandford (6) beruht auch die Bestimmungsmethode von Livingston, Morgan und Worther (7), die das freigewordene Jod ebenfalls titrimetrisch bestimmten und außerdem das Gas noch zur Bestimmung der $CO_2$ durch Barytlösung leiteten. Diese aufgenommene $CO_2$-Menge wird dann titrimetrisch durch Oxalsäure (in 1 Liter 1,1265 g reine kristallisierte Oxalsäure gelöst) bestimmt. Der Vorteil dieses Verfahrens ist der, daß das CO doppelt bestimmt werden kann; beide Resultate müssen übereinstimmende Werte liefern.

Ein wichtiger Punkt, der allgemein für die Jodsäureanhydritmethode beachtet werden muß, sei hier noch erwähnt: Die U-Röhre, die das $J_2O_5$ enthält und erhitzt wird, darf niemals mit eingefetteten Glasschliffen versehen sein, sondern muß zugeschmolzen werden; denn es zeigte sich bei Versuchen, daß das Schmiermittel der Glasschliffe selbst unter 100° das Jodpentoxyd zersetzte (Picard (8)). Gummi- und Korkstopfen können selbstverständlich erst recht nicht verwendet werden. Ferner sei noch erwähnt, daß über die einzuhaltende Temperatur manche Unstimmigkeit besteht. Ditte (9) hält eine Temperatur von 150°—200° für die Erhitzung der $J_2O_5$-Röhre für angebracht, während nach Nicloux (2) das Optimum bei 150° liegt und Gautier (3) wiederum die Reaktion bei Erwärmung des $J_2O_5$ auf 60—70° für vollständig hält. Demgegenüber behaupten Kinicut und Sandford (6), daß zur vollständigen Reaktion in der $J_2O_5$ enthaltenden U-

Röhre ein Erhitzen auf 150° nötig sei. Ich selbst habe feststellen müssen, daß bei einem Erhitzen auf 100° die Reaktion vollständig ist. Deshalb sei als ausreichende und bequemste Temperatur 100° empfohlen, wodurch das Wasserbad an die Stelle des Oelbades tritt (Froboese (10)).

Bei Ausführung meiner Versuche zur Bestimmung durch Jodpentoxyd leitete ich die zu untersuchende Luft zunächst durch eine U-Röhre, die mit Bimssteinstückchen gefüllt war, die mit konzentrierter Schwefelsäure getränkt waren. Darauf gelangte die Luft durch zwei Chlorcalciumröhren, welche sie trocknen sollte, in das mit $J_2O_5$ zugeschmolzene U-Rohr und endlich in die Absorptionsflasche, die mit Jodkalium gefüllt war. Ich möchte hierbei noch erwähnen, daß die Luft vollkommen trocken die $J_2O_5$-Röhre passieren muß, da die Jodabscheidungen nur konstant bleiben, wenn jede Spur von $H_2O$ dem $J_2O_5$ ferngehalten wird. Ein Vorschalten von mehreren Chlorcalciumröhren ist deshalb sehr zu empfehlen. Ferner wird das Jodpentoxyd, wie oben schon bemerkt, mit Glaswolle gemischt und aufgelockert, damit der Gasstrom diese U-Röhre gut passieren kann. (Picard (9)). Bevor die eigentlichen Versuche vorgenommen wurden, wurde zunächst das Jodpentoxyd auf fehlerhafte Abscheidung von Jod bei Durchleitung von trockener Frischluft geprüft. Es zeigte sich, daß die Jodabscheidung immer geringer wurde und schließlich konstant blieb. Der Jodwert entsprach bei Durchleuchtung von 1 Liter Frischluft 0,1 ccm CO. Um den reellen Kohlenoxydgehalt zu erhalten, mußte dieser Wert von dem gefundenen Kohlenoxydwert abgezogen werden. Wahrscheinlich sind diese Jodabscheidungen Jodhydroxydverbindungen von der Formel $J_2O_5 . HJO_3$, die im Blindversuch zu dieser Jodabscheidung führen (Schläpfer und Hofmann (11)). Wird nicht durch passende Erhitzung die Entwässerung gründlich vorgenommen, so fallen derartige Jodabscheidungen entsprechend hoch aus, offenbar, weil Jodhydroxydverbindungen reichlicher vorhanden bleiben. Ich konnte aus Mangel an Material das Jodpentoxyd leider nicht so herstellen, wie es Lamb, Bray

und Geldard (12) fordern, sondern verwandte das zu Analysenzwecken von der Firma Merck hergestellte $J_2O_5$. Ferner sei erwähnt, daß zur Titration des Jods als Indikator Stärkelösung verwendet wurde, die aber erst zugegeben werden darf, wenn nach Zusatz von Natriumthiosulfatlösung die Kaliumjodidlösung eine hellgelbe Farbe angenommen hat. Sie ruft dann nur eine hellblaue Färbung hervor, jedoch darf die Stärkelösung nicht zu stark zugeführt werden, da sonst ein Farbumschlag ausbleibt infolge Auftretens von $NaJS_2O_3$ als Stufenprodukt (Kolthoff (13)). Aus der Menge der gebrauchten Thiosulfatlösung berechnet sich die Menge des ausgeschiedenen Jods und damit die ursprünglich vorhandene Kohlenoxydmenge. Ein ccm 1/1000 Normal Thiosulfatlösung ist nötig für die Titration von 0,000127 g Jod; ferner gilt, daß 1 ccm CO 0,00227 g Jod frei macht. Einige Ergebnisse von Reihenversuchen sind aus nachfolgender Tabelle zu ersehen.

Tabelle 2.

| | Bestimmungen gleicher Art | Zur Titration des ausgeschiedenen Jods gebrauchte 1/1000 Normalnatriumthiosulfatlösung in ccm | Die durch Titration gefundene CO-Menge in ccm |
|---|---|---|---|
| Gasgemisch 1 | a | 18,69 | 1,1 |
| | b | 18,71 | 1,1 |
| | c | 18,70 | 1,1 |
| Gasgemisch 2 | a | 42,0 | 2,3 |
| | b | 42,0 | 2,3 |
| | c | 42,0 | 2,3 |
| Gasgemisch 3 | a | 64,6 | 3,6 |
| | b | 64,6 | 3,6 |
| | c | 64,6 | 3,6 |

Wie aus der Tabelle ersichtlich, erhält man mit der Jodsäureanhydritmethode durch Titrieren des ausgeschiedenen Jods genaue Werte. Die Methode ermöglicht es ferner, daß äußerst kleine Mengen Kohlenoxyd und zwar bis ca. 0,008 % noch bestimmt werden können. Ungünstiger ist allerdings die Bestimmung von größeren

Menegen Kohlenoxyd. Froboese (10) stellte fest, daß Kohlenoxyd nur bis 0,5 % genau bestimmt werden kann. Ich selbst erhielt richtige Resultate bis zu 0,63 %.

Tabelle 3.

| Gasgemisch von Luft und 0,848 % CO | Die durch Titr. gef. CO-Menge in ccm |
|---|---|
| $^1/_4$ l Gemisch und $^3/_4$ l trockene Luftschicht | 2,12 |
| $^3/_4$ l Gemisch und $^3/_4$ l trockene Luftschicht | 4,24 |
| $^1/_2$ l Gemisch und $^1/_2$ l trockene Luftschicht | 6,36 |

Bei $^4/_5$ l Gemisch und $^1/_5$ trockene Frischluft erhielt ich trotz 3maliger Wiederholung keine genauen Werte mehr. Jch habe also festgestellt, daß bei einem Prozentgehalt von 0,636 % das CO noch richtig bestimmt wurde, ein höherer Prozentgehalt von CO nach der Jodpentoxydmethode in der von mir gewählten Anordnung nicht mehr genau bestimmt werden kann.

Da aber die Jodtitration allerdings mit gewisser Umständlichkeit verbunden ist, besonders wenn man genaue Werte erhalten will, versuchte ich anschließend einen einfacheren Weg mit Hilfe der $CO_2$-Bestimmungsmethode nach Sartorius und Derks (14). Jhre Methode beruht darauf, daß die $CO_2$-haltige Luft durch ein besonderes Absorptionsgefäß mit bestimmter Barytfüllung, das gleichzeitig Elektrodengefäß ist, geleitet wird. Aus dem Leitfähigkeitsabfall, der sich infolge des Ausfalles von $BaCO_3$ einstellt, wird die $CO_2$-Menge ermittelt. Ueber Aufbau der Apparaturen muß auf die entsprechende Veröffentlichung hingewiesen werden. Um diese Methode auszuprobieren, machte ich zunächst Versuche mit Luft und $CO_2$ und bekam genaue Werte. Einige Ergebnisse von Reihenversuchen bei CO-Bestimmungen sind in nachfolgender Tabelle verzeichnet, und zur Kontrolle ist auch das abgeschiedene Jod in Kaliumjodidlösung aufgefangen und titriert worden.

Tabelle 4.

| | Bestimmungen gleicher Art | Die durch Titr. gefundene CO-Menge in ccm | Bestimmungen nach in ccm Sartorius |
|---|---|---|---|
| Gasgemisch 1 | a | 1,77 | 1,75 |
| | b | 1,75 | 1,75 |
| | c | 1,75 | 1,75 |
| Gasgemisch 2 | a | 2,62 | 2,60 |
| | b | 2,59 | 2,60 |
| | c | 2,60 | 2,60 |
| Gasgemisch 3 | a | 3,85 | 3,85 |
| | b | 3,85 | 3,84 |
| | c | 3,84 | 3,85 |
| Gasgemisch 4 | a | 4,94 | 4,94 |
| | b | 4,93 | 4,94 |
| | c | 4,93 | 4,93 |

Aus dieser Uebersicht ergibt sich, daß die Methode, durch Leitfähigkeitsabfall das CO zu bestimmen, sich bewährt, und die Werte noch genauer sind als bei den Kontrollversuchen mit der Titration des ausgeschiedenen Jods. Ferner sei erwähnt, daß die Methode viel einfacher ist und bedeutend weniger Zeit erfordert. Ein weiterer Vorteil ist natürlich der, daß sich diese Methode bei nicht allzu hohem CO-Gehalt gut zu Reihenversuchen eignet.

## Zusammenfassung.

Die kolorimetrische Methode, Kohlenoxyd zu bestimmen, ist zwar für Reihenversuche ganz geeignet, liefert aber zu ungenaue Werte, um als maßgebliche Methode für den Hygieniker in Frage zu kommen.

Mit der Jodpentoxydmethode erhält man genaue Werte. Da aber die Jodtitration mit gewisser Umständ-

*) Die ccm CO nach der $J_2O_5$-Methode gelten unter Normalbedingungen für trockenes Gas.

CO-Werte nach der Methode Sartorius-Derks sind gewonnen aus den CO-Werten.

lichkeit verbunden ist, besonders wenn man genaue Werte erhalten will, und diese Methode sich nicht zu Reihenversuchen eignet, ist sie nicht zu empfehlen.

Die $CO_2$-Bestimmungsmethode nach Sartorius und Derks (14) hat sich am besten bewährt, da sie sehr genaue Werte liefert, sich zu Reihenversuchen eignet und bedeutend weniger Zeit erfordert.

Da nach der Methode von Sartorius der Leitfähigkeitsabfall, der sich infolge des Ausfalles von $BaCO_3$ einstellt, mit einem Summer abgehört wird, wird er je nach dem Gehör des Untersuchers in ganz geringem Grade verschieden angegeben. Deshalb möchte ich vorschlagen, statt des Summers ein Ohmmeter einzuschalten, das den kleinsten Widerstandsunterschied genau registriert.

## Literatur-Verzeichnis.


1. *Gruber:* Arch. f. Hyg. I, 145, 1883.
2. *Nicloux:* Dosage chimique de l'oxyde de carbone contenu dans l'air. même a l' état de trace. C. R. 126, 746—49. Anal. Ch. 42, 768,
3. *Gautier:* Sur le dosage de l'oxyde de carbone dilué dans de grandes quantités d'air. C. R. 126, 793—95. 1898.
4. *Lévy* et *Pécoul:* Dosage de l'oxyde de carbone dans les atmosphères confinées. C. R. 140, 98—99. 1906.
5. *Fillunger:* Kohlenoxydbestimmung in Grubenwettern. Oesterr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen 51, 216—217. 1903.
6. *Kinicut* u. *Sandford:* Die jodometrische Bestimmung kleiner Mengen Kohlenoxyd. Journ. of the Americ. chem. Soc. 22—14; Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1900. 257; C. C. 1900. I. 627.
7. *Livingston, Morgan* u. *Worther:* Die Bestimmung von CO in atm. Luft. Journ. americ. chem. Soz. 29. 1589; Anal. Ch. 46, 773—76, 1907.
8. *Picard:* Ueber Nachweis und Bestimmung kleiner Mengen Kohlenoxyd. Diss. der T. H. München 1911.
9. *Ditte:* Bull. de la soc. chim. 13, 318, (1870).
10. *Froboese:* Z. f. anal. Ch. 1915 S. 1.
11. *Schläpfer* u. *Hofmann*: M. bull. schweiz. Ver. von Wasser- und Gasfachmännern 1927, Nr. 10—12.
12. *Lamb, Bray* u. *Geldard:* Chem. Zentralblatt 1920 III, 813.
13. *Kolthoff:* Die Maßanalyse II. 1928. Springer, Berlin.
14. *Sartorius* u. *Derks:* Ueber Einrichtung und Arbeitsweise einer neuen Apparatur zur Messung der Luftkohlensäure mittels der elektrischen Leitfähigkeit. Archiv für Hygiene. Bd. 110 (1933) S. 322.

## Lebenslauf.

Ich, Josef Wameling, bin am 30. Juni 1909 zu Emsdetten in Westfalen als Sohn des Fabrikanten Hubert Wameling und seine Ehefrau Johanna geb. Spaning geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule in Emsdetten besuchte ich bis Untertertia (einschließlich die Rektoratsschule, dann trat ich in das Realgymnasium in Rheine ein, welches ich Ostern 1929 mit dem Zeugnis der Reife verließ. Darauf widmete ich mich dem Studium der Medizin an den Universitäten Freiburg i. Br. und Münster, wo ich Herbst 1931 meine ärztliche Vorprüfung ablegte. Anschließend besuchte ich für ein Semester die Universität Innsbruck, ging dann nach Münster zurück und beendigte am 5. Januar 1935 mein Staatsexamen.